

تأثير إضافة تقل التفاح لمخلفات الأبقار في عملية إنتاج الغاز الحيوي

صقر الغضبان^{١*}

^١* أستاذ مساعد في جامعة دمشق، كلية الزراعة الثانية، فرع السويداء

الملخص:

تعد معالجة المخلفات الزراعية الثانوية باستخدام الهضم اللاهوائي خياراً جيداً لحفظ على بيئه نظيفة وتوليد طاقة. إلا أن زيادة تحمل المخمر بالسكر يمكن أن يسبب عرقلة لعملية الهضم اللاهوائي. هدف البحث دراسة تأثير إضافة مخلفات صناعة التفاح (تقل التفاح) إلى مخلفات الأبقار في عملية إنتاج الغاز الحيوي.نفذ هذا البحث في كلية الهندسة الزراعية الثانية خلال عامي ٢٠٢٠ و ٢٠٢١. أجريت التجارب في وحدات تخمير مخبرية بإضافة تقل التفاح لعينات مخلفات الأبقار وفق النسب التالية ١٢٠.٥٪، ٢٥٪، ٣٧.٥٪ ضمن درجة حرارة المخبر ولمدة ٤ يوماً ومقارنتها بعينات غير معالجة بإضافة تقل التفاح. أظهرت النتائج أن المعالجة لعينات مخلفات الأبقار بإضافة نسب مختلفة من تقل التفاح ١٢٠.٥٪، ٣٧.٥٪، ٢٥٪ أدت إلى زيادة معنوية في إنتاج الغاز الحيوي مقارنة بعينات الشاهد غير المعالجة والتي بلغ إنتاج الغاز الحيوي منها $11.76 \text{ kg}^{-1} \text{ OTS}$ (ليتر نظامي لكل واحد كيلو غرام مادة عضوية صلبة). بينت النتائج أن المعالجة لعينات إضافة ٢٥٪ من تقل التفاح هي أفضل طرائق المعالجة المختبرة حيث بلغ إنتاج الغاز الحيوي $65.99 \text{ kg}^{-1} \text{ OTS}$.

الكلمات المفتاحية: الهضم اللاهوائي، التخمر المشترك، تقل التفاح، مخلفات الأبقار، الغاز الحيوي، الكتلة الحيوية.

٢٠٢٢/١/٣٠ تاريخ الإيداع:

٢٠٢٢/٤/٢٦ تاريخ القبول:



حقوق النشر: جامعة دمشق - سوريا،
يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب

CC BY-NC-SA 04 الترخيص

The effect of adding apple pomace to cow's waste on the productivity of biogas

Sakr AL Gadban^{*1}

^{*1}Associate Professor, Second faculty of Agriculture, Sweida, Syria

Abstract:

The secondary agricultural waste using anaerobic fermentation is considered as a good choice for a clean environment and as a source for clean energy, but the augmentation of the sugar quantity could inhibit the anaerobic fermentation process. This study was carried out in the second faculty of agriculture between 2020 and 2021. The research aimed to investigate the effect of adding apple pomace to cow manure on producing biogas. The batch experiences were conducted in laboratory-scale digesters on substrates added apple pomace with rates 12.5%, 25% and 37.5%, at a laboratory temperature, for 42 days, and compared it with substrates untreated by adding apple pomace. The results showed that treatment of cow manure substrates by adding apple pomace with rates 12.5%, 25% and 37.5%, significantly increased the production of Biogas compared with untreated substrates which produced $11.76 \text{ L}_N \text{ kg}^{-1} \text{ OTS}$ biogas. The results also showed that treatment by adding apple pomace with rates 25% to the substrates is the best tested treatments methods which produced $65.99 \text{ L}_N \text{ kg}^{-1} \text{ OTS}$ of biogas compared to untreated substrates.

Keywords: Anaerobic Digestion; Anaerobic Fermentation; Cow Manure; Biogas; Biomass; Agricultural Biomass.

Received: 30/1/2022

Accepted: 26/4/2022



Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة:

برز الاهتمام بموضوع الطاقة بصورة كبيرة في فترة القرن العشرين، حيث اتضح أن وضع الطاقة ليس مرتبطةً بتغير أسعار النفط والغاز فقط، بل أيضاً على قدرة المخزون الاحتياطي من هذه المصادر القابلة للنضوب على تلبية الطلب الكبير على الطاقة نتيجة الزيادة الهائلة في السكان والتقدم التكنولوجي المصاحب لنمط الحياة، إضافةً إلى ظهور نتائج سلبية على مستقبل التطور الاقتصادي والاجتماعي متمثلًا في التلوث البيئي (البازل، ١٩٩٢؛ فارس، ١٩٩٩؛ Kramer، ٢٠١٢).

يعرف التحمر اللاهوائي على أنه عملية بيولوجية تتحلل فيها المواد العضوية القابلة للتلفك في غياب الأوكسجين لإنتاج غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون. ففي أنحاء شتى من العالم تستخدم هذه العملية للتزويد بجزء من الطاقة الهائلة المستهلكة، والتي تعتبر بديلاً واعداً لزيادة مخزون الطاقة وخاصةً في الأرياف، كما هو الحال في الهند والصين وبعض دول شرق آسيا والتي يوجد فيها عشرات الملايين من المخرمات (قرضاي، ١٩٨٨؛ Awady، ١٩٨٩؛ Sasse، ١٩٨٨؛ فارس، ١٩٩٩؛ البلخي، ٢٠٠١).

يتسبب قطاع إنتاج الحيواني والنباتي بالعديد من المشاكل البيئية كظاهرة الاحتباس الحراري، وتلوث التربة والهواء والماء وتراجع النوع الحيوي، إذ يساهم في إطلاق ١٨٪ من غازات الاحتباس الحراري (والتي تفوق نسبة الغازات الصادرة عن قطاع النقل)، من خلال طرائق التخزين التقليدية لهذه المخلفات مما يؤدي لنفسها وتحللها وانطلاق غازات CO_2 ، NO_2 ، CH_4 بشكل عشوائي. كما ينتج عن هذا القطاع مستويات عالية من النتروجين والفوسفور (فارس، ١٩٩٩). يمكن حل هذه المشاكل الناتجة عن تلك المخلفات باستخدام تقانات متعددة كتقانة إنتاج الغاز الحيوي. تعتمد هذه التقانة على تفكك المخلفات والمواد العضوية وتحللها في ظروف لاهوائية بواسطة كائنات حية دقيقة وضمن شروط ملائمة للعمليات الحيوية التي تقوم بها هذه الكائنات الحية ضمن المخمر، مما يؤدي لانطلاق غاز قابل للاشتعال يعرف بالغاز الحيوي. يشكل الميثان الجزء الأكبر من تركيبة هذا الغاز والذي يمكن استخدامه كوقود بشكل مباشر أو في توليد الطاقة الكهربائية، والحصول على سماد عضوي نظيف عالي الجودة وحال من البذور الضارة والكائنات الممرضة وليس له رائحة جاذبة للحشرات (قرضاي، ١٩٨٨؛ Sasse، ١٩٨٩؛ البازل، ١٩٩٢).

تسهم تقانة الغاز الحيوي في الحصول على بيئة نظيفة وتحد من انتشار الحشرات والأمراض، كما أنها تقلل من تفاقم ظاهرة البيت الزجاجي من خلال جمع غاز الميثان الذي يفوق تأثيره في زيادة الاحتباس الحراري العالمي غاز ثاني أكسيد الكربون، كذلك تمثل تقانة الغاز الحيوي إحدى التقانات الملائمة لتنمية المناطق الريفية (البلخي، ٢٠٠١).

في الجمهورية العربية السورية، وضعت وزارة الزراعة ومركز البحث العلمي مشاريع إنتاج الطاقة المتعددة ضمن أولوياتها، فالمخلفات العضوية النباتية والحيوانية تعد مواد مناسبة لإنتاج الطاقة الحيوية (أسكوا، ١٩٨٨).

تشير الإحصائيات السنوية لوزارة الزراعة إلى أن إنتاج التفاح في الجمهورية العربية السورية وصل إلى نحو (٢٦٧٨٢٣) طن (المجموعة الإحصائية الزراعية، ٢٠٢٠)، كما يبلغ عدد منشآت تصنيع التفاح في سوريا ٣٠ منشأة غالبيتها في محافظة السويداء تصل طاقتها الاستيعابية إلى ١١٠٦ طن من الإنتاج وتتوزع بواقع ١٩ منشأة لتصنيع الخل و٩ منشآت للدبس ومنشأة للعصير ومنشأة لتجفيف التفاح. ينتج عن هذه المنشآت مخلفات عضوية (نقل التفاح)، ونظراً لنقص وقود التدفئة في السنوات الأخيرة لجأ البعض لتصنيع مكعبات مضغوطة منه لاستخدامها كبديل في عملية التدفئة، وكذلك باعتبار أن مستخلصات نقل التفاح وتقل

الزيتون يحتوي على نسبة عالية من المركبات الفينولية التي لها تأثير مثبط لنمو الفطريات، فكما هو الحال في نقل الزيتون يمكن استخدام نقل التفاح على نطاق ضيق في التجارب المخبرية لمكافحة بعض الأمراض الفطرية (Naffaa, 2016)، حيث بشكل عام يتم التخلص منه ويساهم تلوثاً بيئياً (فارس، ١٩٩٩؛ Bozym وزملاوه، ٢٠١٥)، ولكن يمكن تحويله إلى منتجات صالحة للأكل لأن التقلل مصدر غني للبكتيريا، الكربوهيدرات، والألياف والمعادن، حيث يمكن استخدام نقل التفاح المجفف كمصدر للطاقة في دجاج التسمين، كما يمكن تحضير المنتجات الغذائية مثل مربي التفاح والحلويات (Olech وزملاوه، ٢٠١٧). ولكن يمكن الاستفادة من هذا النوع من المخلفات بتخميرها لاهوائياً لإنتاج الغاز الحيوي ويستخدم السماد العضوي المخمر الناتج في الزراعة (البلخي، Kuprys-Caruk وزملاوه، ٢٠٠١؛ ٢٠٠٧).

أجريت العديد من الدراسات المتعلقة بإنتاج الغاز الحيوي من مخلفات المواد السكرية (Abhay وزملاوه، ١٩٩٣؛ Uribe وزملاوه، ٢٠٠٧؛ Kuprys-Caruk وزملاوه، ٢٠١٤؛ Bozym وزملاوه، ٢٠١٥؛ Olech وزملاوه، ٢٠١٧)، إلا أن زيادة تحويل المخمر بالمواد السكرية يمكن أن يسبب عرقلة لعمليات الهضم اللاهوائي، ولاتزال هناك بعض المواضيع المتعلقة بتحديد مواصفات التخمر والقدرة على تكوين الغاز الحيوي تحتاج إلى دراسة، لذا تبرز أهمية التخمر المشترك لهذه المخلفات مع مخلفات ذات منشأ حيواني لضبط عملية التخمر من خلال الحصول على درجة حرارة مناسبة للتخمر وتحقيق نسبة مثلثي من C/N. وبالتالي تبرز ضرورة دراسة نسب المواد الدالة في التخمر المشترك للحصول على أفضل كمية من الغاز الحيوي وأعلى نسبة لغاز الميثان الموجود فيه (Hadidi وزملاوه، ١٩٩٩؛ AL Afif وزملاوه، ٢٠٠٧).

ولهذا يمكن القول إنه باستخدام مخلفات التفاح الصناعية نفترض زيادة إنتاج الغاز الحيوي الناتج عن مخلفات الأبقار، وسنثبت ذلك خلال البحث.

هدف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى:

١. امكانية استخدام نقل التفاح في عملية التخمر اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي.
٢. تحديد أفضل نسبة لنقل التفاح المستخدم مع مخلفات الأبقار للحصول على أعلى إنتاجية من الغاز الحيوي وأعلى نسبة من غاز الميثان.

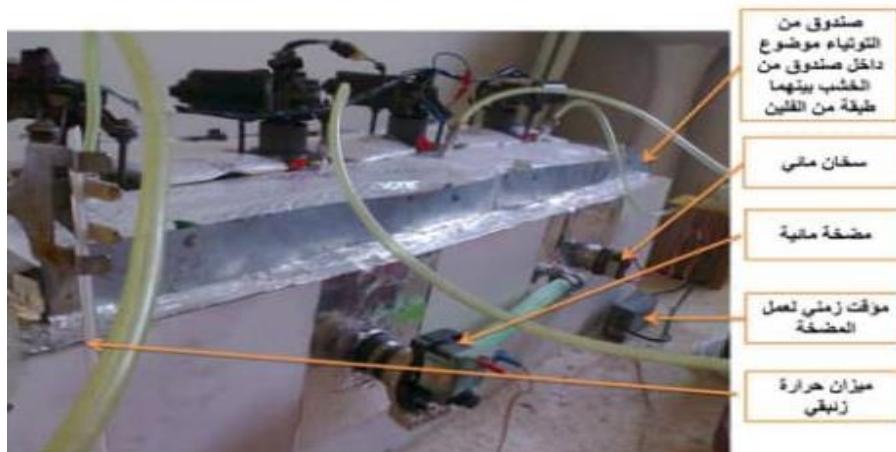
مواد البحث وطريقته:

- **مكان تنفيذ البحث:** نفذ البحث في شهر حزيران/يونيو من عام ٢٠٢٠-٢٠٢١ في كلية الزراعة الثانية.
- **المادة العضوية:** تم استخدام مخلفات أبقار من حظيرة أبقار قرية من كلية الزراعة بعد تجفيفها بوساطة المجففة حتى ثبات الوزن (Kramer وزملاوه، ٢٠١٢).
- تم جمع نقل التفاح من مخلفات إنتاج معمل عصير التفاح في المحافظة وحفظت العينات بأكياس بلاستيكية محكمة الإغلاق على درجة حرارة ٤ °C حتى بدء التجارب (Awady وزملاوه، ١٩٨٨؛ Vincezo وزملاوه، ٢٠١٥).
- جمع البادي المستخدم وهو عبارة عن الراسب الناتج عن التخمير اللاهوائي لمخلفات الأبقار من إحدى المخمرات المنفذة في المحافظة من قبل المركز الوطني لبحوث الطاقة من الأنموذج الهندي المعدل (AL Afif وزملاوه، ٢٠٠٧).

٥- اختبارات الهضم اللاهوائي: يحوي نقل التفاح على نسبة عالية من الكربوهيدرات، وجودها بنسبة عالية يعيق عملية التخمر، وبالتالي تم تخميرها مع مخلفات الأبقار بنسب معينة للوقوف على النسبة الأفضل لإتمام عملية التخمر دون تثبيط. أجريت تجارب تحرى إنتاج الغاز الحيوي والميثان من عينات مخلفات الأبقار غير المعالجة (الشاهد) والعينات المعالجة بإضافة نقل التفاح بنسبة ١٢.٥٪ ونسبة ٢٥٪ ونسبة ٣٧.٥٪ في وحدة تخمير لاهوائية تجريبية مصنعة محلياً في مخبر الطاقات المتعددة في كلية الزراعة الثانية (الشكلان ١ و٢)، ضمن درجة حرارة المخبر لمدة ٤٢ يوماً، جرى تحريك العينات داخل كل هاضم مدة عشر دقائق كل ثلاثة دقيقت وفقاً لـ VDI 4630 (٢٠٠٦) وتمأخذ قراءات حجم الغاز الحيوي المنطلق بشكل يومي. تمت اختبارات الهضم اللاهوائي لقياس الميثان الكامن في العينات بحسب DIN 51900 (٢٠٠٠) وVDI 4630 (٢٠٠٦).



الشكل (١) وحدات إنتاج الغاز الحيوي

III. الحمام المائي:

الشكل (٢) مكونات الحمام المائي

يتم استقبال الغاز الحيوي المنطلق في خزانات جمع الغاز، وقد تم التغلب على وزن خزان الغاز بإضافة وزن يعادله تماماً لتحديد حجم الغاز الفعلي. وتم عملية قياس حجم الغاز الحيوي الناتج لكل عينة يومياً، حيث يحدد الحجم من خلال قياس ارتفاع الناقوس الناتج عن تدفق الغاز إلى خزان وذلك من خلال التدرجات الموجودة على السطح الجانبي للناقوس، كما تسجل درجة الحرارة الفعلية والضغط الجوي عند أخذ القراءات. ويقاس حجم الغاز الناتج بالشروطين النظاميين من الحرارة ٢٧٣ كلفن والضغط ١٠١٣ ميلي بار، في لتر نظامي لكل كيلو غرام من المادة العضوية في المادة الصلبة OTS kg^{-1} LN وفقاً لـ VDI 4630 (٢٠٠٦)، وذلك من خلال المعادلة التالية:

$$V_0^{\text{tr}} = V \times \frac{(P - P_W) \times T_0}{P_0 \times T}$$

حيث أن:

- V_0^{tr} : حجم الغاز الحيوي في الشروطين النظاميين يقدر بـ $m L_N$.
- V : حجم الغاز الفعلي عند القراءة يقاس بـ ml .
- P : الضغط الجوي الفعلي في وقت أخذ القراءة يقاس بـ $h Pa$.
- T_0 : درجة الحرارة في الشروطين النظاميين (حيث أن $T_0 = 273kT_0$).
- P_0 : الضغط الجوي في الشروطين النظاميين (حيث أن $P_0 = 1013 h Pa$).
- T : درجة الحرارة الفعلية عند أخذ القراءة، تقام بـ (k) .
- P_W : ضغط بخار الماء كدالة لدرجة الحرارة المحيطة بـ $h Pa$.

ويتم حساب P_W كما يلي:

$$P_W = 4.39605 + 9.7962 EXB(0.0521 \times T)$$

جرت عملية جمع الغاز الحيوي في الشروط النظامية وذلك لإجراء مقارنة ما بين هذه النتائج لاحقاً. تم قياس حجم الغاز الحيوي الناتج من البادئ بشكل مستقل وطرح كميته من كمية الغاز الحيوي الناتج من تخرم العينات مع البادئ وذلك للوقوف على الكمية الفعلية للغاز الناتج من العينات. أنجزت عملية تحري نوعية الغاز الحيوي (نوع الغازات الموجودة فيه ونسبها المئوية) مرة واحدة أسبوعياً، باستخدام جهاز تحليل الغازات MultiRAE Lite PGM-6208.

٦- التحليل الإحصائي: تم تصميم التجربة وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة لدراسة تأثير إضافة تقل التفاح بنسبة ١٢٠.٥ - ٣٧.٥ % لمخلفات الأبقار مقارنة بالشاهد (دون أية إضافة) على ثلاثة مكررات. حللت المعطيات إحصائياً باستخدام برنامج SPSS, version 15 (2007)، حيث تم تحليل التباين الـ ANOVA ثم قورنت المتosteats بإجراء اختبار أقل فرق معنوي LSD_{5%}.

النتائج والمناقشة:

١. تأثير إضافة تقل التفاح لمخلفات الأبقار في إنتاج الغاز الحيوي:

تم قياس إنتاج الغاز الحيوي من عينات مخلفات الأبقار (C.M) المعالجة بإضافة تقل التفاح بنسب (١٢٠.٥٪، ٢٥٪، ٣٧.٥٪) وعينات الشاهد غير معالجة كلاً على حدة، يُبين الجدول (١) ناتج الغاز الحيوي من الهضم اللاهوائي للعينات المختبرة والانحراف المعياري لثلاثة مكررات.

الجدول (١): إنتاج الغاز الحيوي من الهضم اللاهوائي للعينات المختبرة والانحراف المعياري لثلاثة مكررات.

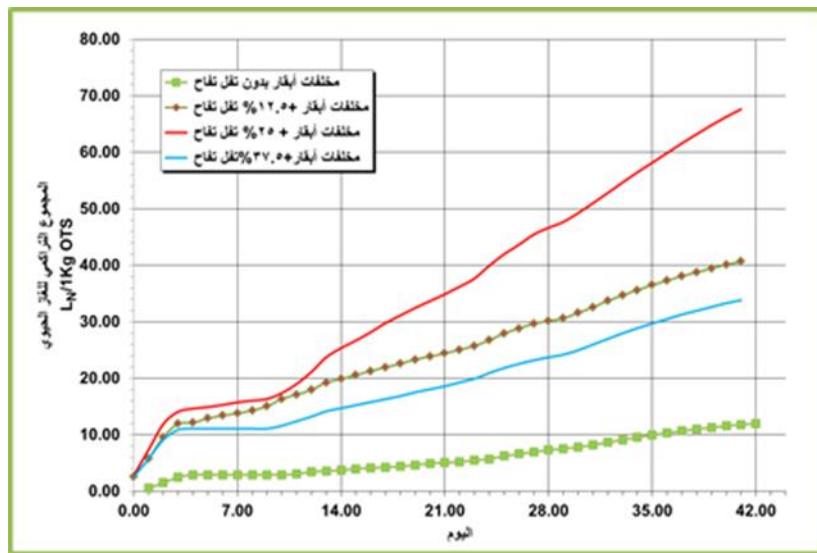
ناتج الغاز الحيوي			N	نوع وكمية المواد المضافة
P	S. D	$L_N \text{ kg}^{-1} \text{ OTS}$		
.000	0.94	11.76	3	مخلفات أبقار دون إضافة تقل تفاح C.M
.000	0.54	40.52 ^(*)	3	مخلفات أبقار ١٢٠.٥٪ تقل تفاح (C.M+12.5% AW)
.000	0.56	65.99 ^(*)	3	مخلفات أبقار ٢٥٪ تقل تفاح (C.M+25% AW)
.000	0.66	33.84 ^(*)	3	مخلفات أبقار ٣٧.٥٪ تقل تفاح (C.M+37.5% AW)

حيث: S.D = الانحراف المعياري؛ N = عدد المكررات؛ p = درجة الثقة؛ (*) تبين وجود فرق معنوي بين المتوسطات مقارنة بالشاهد عند مستوى معنوية ٥٪.

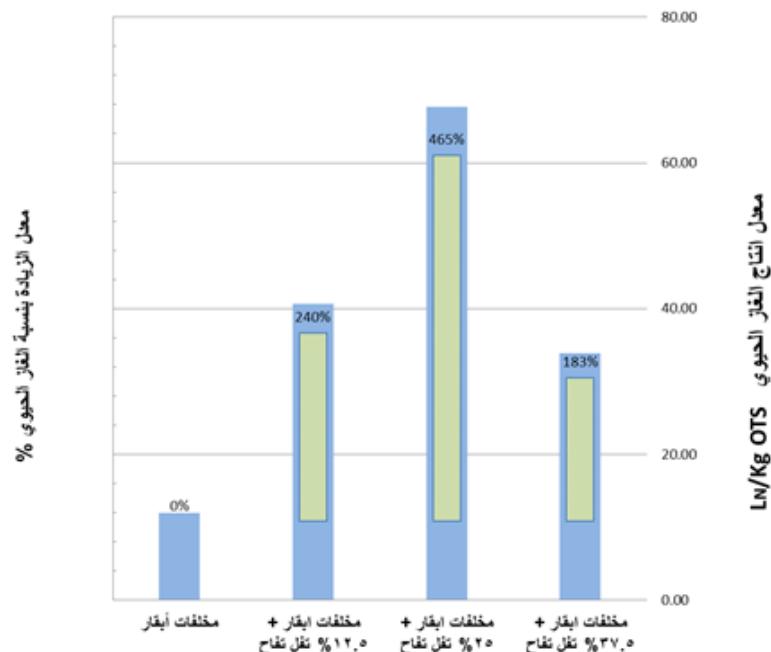
أظهرت نتائج الدراسة أن أعلى معدل لإنتاج الغاز الحيوي ($65.99 \text{ L}_N \text{ kg}^{-1} \text{ OTS}$) كان من العينات المعالجة بإضافة تقل التفاح بنسبة ٢٥٪، وأقل معدل ($11.76 \text{ L}_N \text{ kg}^{-1} \text{ OTS}$) من عينات مخلفات الأبقار دون إضافة تقل التفاح. مما يدل على أن إنتاج الغاز الحيوي من عينات مخلفات الأبقار يتحسن بإضافة تقل التفاح لهذه العينات. وهذا ما أكدته العريف وزملاؤه (٢٠٠٩) بأن إضافة مخلفات الشوندر السكري لمخلفات الماشية أدت لزيادة في إنتاج الغاز الحيوي مقارنة بالشاهد.

أظهرت نتائج تحليل التباين وجود فروق معنوية بين متوسطات طرائق المعالجة بإضافة تقل التفاح والشاهد. فقررت متوسطات بإجراء اختبار أقل فرق معنوي LSD_{5%}, ظهرت فروق معنوية بين متوسطات العينات المعالجة بإضافة تقل التفاح بنساب (١٢٠.٥٪، ٢٥٪، ٣٧.٥٪) مع العينات غير معالجة، كما ظهر فرق معنوي ($P < 0.05$) بين متوسط طريقة المعالجة بإضافة ٢٥٪ تقل تفاح ومتوسطي طريقي المعالجة بإضافة تقل التفاح بنسبة (١٢٠.٥٪، ٣٧.٥٪). كذلك وجد فرق معنوي بين متوسطي طريقي المعالجة بإضافة تقل التفاح بنساب (١٢٠.٥٪، ٣٧.٥٪) حيث كانت قيمة P-Value أقل من ٠.٠٠٥. يمكن أن يفسر ذلك بزيادة نسبة الكربوهيدرات في عملية التخمر وهذا ما أكدته Wieger وزملاؤه (١٩٧٨)، حيث وجد انخفاض بإنتاجية الغاز الحيوي وبشكل ملحوظ من مخلفات تقل التفاح لارتفاع نسبة الكربوهيدرات.

لدى مقارنة نتائج الهضم اللاهوائي للعينات المعالجة بإضافة تقل التفاح بنساب (١٢٠.٥٪، ٢٥٪، ٣٧.٥٪) مع العينات غير معالجة بتلك الإضافة بلغ معدل الزيادة في إنتاج الغاز الحيوي (٤٦٥٪، ٤٤٠٪، ١٨٣٪) على التوالي كما في (الشكلان ٣ و٤).



الشكل (٣) : المجموع التراكمي للغاز الحيوي للعينات المختبرة خلال فترة الهضم اللاهوائي.



الشكل (٤) إنتاج الغاز الحيوي من الهضم اللاهوائي للعينات المضاف لها نقل تفاح مقارنة بالعينات دون إضافة، ومعدل الزيادة في إنتاجيته (%). يمكن أن تعود هذه النتائج لما أظهرته إضافة نقل التفاح إلى مخلفات الأبقار في ضبط عمليه التخمر من خلال الحصول على درجة حموضة مناسبة (PH) للتخمر وتحقيق نسبة مثلى من C/N، وتتوفر عناصر مغذية لبكتيريا التخمر (Bozym) وزملاوه، (٢٠١٥).

أكدت العديد من الدراسات السابقة (Chynoweth, ٢٠٠٤؛ العفيف وزملاؤه، ٢٠٠٩؛ Kuprys-Caruk و زملاؤه، ٢٠١٤ و زملاؤه، ٢٠١٧) والتي أجريت على أنواع مختلفة من المواد العضوية ما توصلنا إليه، بأن إضافة نقل لمخلفات الحيوانية حسنت من التحلل البيولوجي وإنتاج الغاز الحيوي للمادة العضوية.

٢. تأثير إضافة نقل التفاح لمخلفات الأبقار في إنتاج الميثان:

يوضح الجدول (٢) أيضاً تأثير التخمر المشترك لمخلفات الأبقار مع نقل التفاح في الإنتاج النوعي للميثان. حيث تراوح حجم الميثان الناتج من (٦,١٠ - ٣٧,٢٠ $\text{L}_N \text{ kg}^{-1}$ OTS)، وكان أعلى معدل لإنتاج الميثان من إضافة ٢٥٪ نقل تفاح لمخلفات الأبقار حيث بلغ ٣٧,٢٠ $\text{L}_N \text{ kg}^{-1}$ OTS.

الجدول (٢): الميثان الناتج من الهضم اللاهوائي للعينات المختبرة وتركيزه في الغاز الحيوي.

الميثان الناتج				N	نوع وكمية المواد المضافة
[Vol.%]	P	S. D	$\text{L}_N \text{ kg}^{-1}$ OTS		
51	.000	0.48	6.10	3	مخلفات أبقار دون إضافة نقل تفاح C.M
53	.000	0.29	21.55 ^(*)	3	مخلفات أبقار ١٢.٥٪ نقل تفاح (C.M+12.5% AW)
55	.000	0.30	37.20 ^(*)	3	مخلفات أبقار ٢٥٪ نقل تفاح (C.M+25% AW)
52.5	.000	0.35	17.77 ^(*)	3	مخلفات أبقار ٣٧.٥٪ نقل تفاح (C.M+37.5% AW)

حيث: S.D = الانحراف المعياري؛ N = عدد المكررات؛ p = درجة الثقة؛ (*) تبين وجود فرق معنوي بين المتوسطات مقارنة بالشاهد عند مستوى معنوية ٥٪.

بإجراء نتائج تحليل التباين وجدت فروق معنوية بين متوسطات طرائق المعالجة بإضافة نقل التفاح والشاهد. فقورت متوسطات بإجراء اختبار أقل فرق معنوي LSD_{5%}، ظهرت فروق معنوية بين متوسطات العينات المعالجة بإضافة نقل التفاح بنساب (١٢.٥٪، ٢٥٪، ٣٧.٥٪) مع العينات غير المعالجة، كما ظهر فرق معنوي ($P < 0.05$) بين متوسط طريقة المعالجة بإضافة ٢٥٪ نقل تفاح ومتوسطي طريقي المعالجة بإضافة نقل التفاح بنسبة (١٢.٥٪، ٣٧.٥٪).

تشير النتائج على أن الميثان الناتج يزداد بإضافة نقل التفاح إلى مخلفات الأبقار حتى نسبة معينة، ويعود ذلك إلى انخفاض القدرة على إنتاج الميثان من زيادة نسبة نقل التفاح إلى مخلفات الأبقار بسبب زيادة نسبة السكريات في المخمر، حيث إن إضافة الكربوهيدرات سهلة التحلل (السكر والنشاء) يمكن أن تخفض امكانية التخمر لجميع مكوناتها، ولا سيما البروتين الخام والألياف الخام، وهذه العملية تسمى فتور الهضم (Madigan و زملاؤه، ٢٠٠١). وعليه يمكن القول إن ارتفاع نسبة نقل التفاح إلى انخفاض عملية التخمر مقارنة بإضافة ١٢.٥٪ و ٢٥٪ (العفيف و زملاؤه، ٢٠٠٩).

الاستنتاجات والتوصيات

- ١- أدت معالجة مخلفات الأبقار بإضافة نقل التفاح إلى زيادة في إنتاج الغاز الحيوي، فحصلنا على أعلى معدل لإنتاج الغاز الحيوي ($60.99 \text{ kg}^{-1} \text{ OTS}_N$) من العينات المضاف إليها ٢٥٪ من نقل التفاح مقارنة مع النتيجة التي حصلنا عليها من تغيير مخلفات الأبقار بدون أي إضافة.
- ٢- ظهرت فروقات معنوية في إنتاج الغاز الحيوي بين متوسطات المعالجات بإضافة نقل التفاح (بنسبة ١٢٠.٥٪، ٣٧.٥٪) إلى مخلفات الأبقار مقارنة بمتوسطات العينات غير المعالجة بتلك الإضافة. كما ظهر فرق معنوي بين متوسطات العينات المضاف إليها ٢٥٪ من نقل التفاح مع متوسطات العينات التي إضيف لها ١٢٠.٥٪، ٣٧.٥٪ منه.
- ٣- أدت معالجة مخلفات الأبقار بإضافة نقل التفاح بنسبة ٢٥٪ إلى زيادة معنوية في إنتاج الميثان، كما أدت إلى تحسن بنية الميثان المنتج حيث بلغت ٥٥٪ مقارنة مع باقي العينات المعالجة بنسبة إضافة ١٢٠.٥٪ و ٣٧.٥٪.
- ٤- أظهرت نتائج الدراسة بأن إجراء تجارب إضافية أمر ضروري لتحسين إنتاج الميثان من نقل التفاح مع مخلفات الأبقار.
- ٥- تشجيع المنشآت الصناعية المنتجة لنقل التفاح للعمل على إنتاج الغاز الحيوي من هذه المخلفات بإضافتها بنسبة ٢٥٪ لمخلفات الأبقار للحصول على أفضل إنتاجية من الغاز الحيوي لتأمين مصدراً متجدداً للطاقة في تلك المنشآت.

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

١. الباسل، علي عبد القادر. (١٩٩٢). استخدام تكنولوجيا الغاز الحيوي (البيوغاز) . جامعة الدول العربية - المنظمة العربية للتنمية الزراعية (AOAD).
٢. البلخي، أكرم محمد. (٢٠٠١). توصيف المادة العضوية المختلفة عن إنتاج الغاز الحيوي (البيوغاز) ودراسة حركتها في نوعين من الترب السورية- كلية الزراعة - جامعة دمشق.
٣. العفيف، رافت. كروفورشكو، فيتالي. (٢٠٠٩). الهضم اللاهوائي لمخلفات صناعة السكر - تأثير التخمر المشترك لنباتات الطاقة مع مخلفات المواشي في إنتاجية الميثان- مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية- المجلد (٢٥) - العدد ١ - ص ١٩١-٢٠٥.
٤. المجموعة الإحصائية الزراعية. ٢٠٢٠. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.
٥. فارس، فاروق. (١٩٩٩). تقانات الاستعمالات الملائمة بيئياً والمجدية اقتصادياً للمتبقيات الزراعية النباتية وإمكانية تطبيقها من حدود الإقليم - الندوة الإقليمية حول تقنيات استعمال المخلفات الزراعية وتدويرها من البيئة - المنظمة العربية للتنمية الزراعية- دمشق.
٦. قرضاب، محمد. (١٩٨٨). آفاق استخدام تقنية الغاز الحيوي في الجمهورية العربية السورية - تقرير صادر عن أسكوا.
٧. وقائع ندوة تكنولوجيا الغاز الحيوي للمناطق الريفية في بلدان عربية مختارة. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا - الأمم المتحدة أسكوا ١٩٨٨ ص ١٧.
8. Abhay Koppar and Pratar Pullammanappallil. (2007). Single- stage, batch, leach-bed, thermophilic anaerobic digestion of spent sugar beet pulp, Bioresource Technology, In Press.
9. AL Afif, R., Amon T. (2007). Biogas production from olive pulp and cattle manure – Effect of co-fermentation and enzyines on methane productivity, Damascus University journal for Agricultural sciences (in press).
10. Awady, M.N., M.M.Moustafa ; A.M. EL . Gindy and M.A.Genaidy (1988) "Utilization of biogas as a renewable energy source in agriculture" Mist J. Ag. Eng., 5 (3): 203 . 219.
11. Bozym M., Florczak I.,Zdanowska P. (2015). An analysis of metal concentrations in food wastes for biogas production. Renewable energy 77, 467 – 472.
12. Chynoweth, D. P. (2004). Biomethane from energy crops and organic wastes, 1,525-530.
13. DIN standard. 2000. 51900: Testing of Solid and Liquid Fuels-Determination of Gross Calorific Value by the Bomb Calorimeter and Calculation of Net Calorific Value. Part 1. Principles, Apparatus, Methods. Part 2. Method Using Isoperibol ot Static, Jacket Calorimeter. Part 3.Method Using Adiabatic Jacket. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.
14. EL Hadidi Y.M. (1999). Performance Evaluation of Biogas Horizontal Digester. Misr. J.Ag.Eng., 16 (3): 541 - 550.
15. Kramer J.M. (2012). Agricultural Biogas Casebook. Great Lakes Regional Biomass Energy Program Council of Great Lakes Governors p.12.
16. Kuprys-Caruk M., Kolodzieiski R. (2014). Evaluation of esilaged apple pomace usefulness for biogas production. Journal article. Voi.69 No.1 pp.5-13 ref.18.
17. Madigan M.T., Martinko J.M., Parker J. (2001). Mikrobiologie, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg/Berlin
18. Naffaa W. 2016. Antifungal activity of olive pomace extract and its effectiveness against tomato leaf spot disease in greenhouse conditions. North Journal of Applied and Academic Research. 1 (1): 59 – 67.
19. Olech E., Sikora J., Kubon M. (2017). Biogas production from corn silage and apple pomace. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 62 (1).

- 20.Sasse, L. (1989) " Efficiency of a biogas plant "Biogas Forum, Borda/ III No.37:7 . 9.
- 21.Uribe, M. and Juan, M. (1993). Evaluation of the production of biogas from the vegetative material of prickly pear, through a methanic fermentation process, Esc.de Agronomia, 51. Chile University (Ed.). Santiago, Chile.
- 22.VDI 4630. 2006. Fermentation of organic materials. Characterisation of the substrates, sampling, collection of material data, fermentation tests. Verein Deutscher Ingenieure (Ed.), VDI-Handbuch Energietechnik.
- 23.Vincezo R., Elena C. and Maurizio R. (2015). Energy production from anaerobic co-digestion processing of cow slurry, olive pomace and apple pulp. Renewable Energy, 1043-1049.
- 24.Wieger K., Michael M.V., Jacobus D.W. (1978). Biogas production by anaerobic digestion of fruit and vegetable waste. A preliminary study. Journal of the Science of Food and Agriculture. 29 (9), 822-830.